

**PEMETAAN KONSENTRASI *PARTICULATE MATTER* ($PM_{2,5}$)
DI KALIMANTAN BARAT DENGAN METODE
*UNIVERSAL KRIGING***

**HANNY SASKIA MAHARANI
NIM H1021161043**

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2023**

**PEMETAAN KONSENTRASI *PARTICULATE MATTER* ($PM_{2,5}$)
DI KALIMANTAN BARAT DENGAN METODE
*UNIVERSAL KRIGING***

**HANNY SASKIA MAHARANI
NIM H1021161043**

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Fisika



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2023**

**PEMETAAN KONSENTRASI *PARTICULATE MATTER* ($PM_{2.5}$)
DI KALIMANTAN BARAT DENGAN METODE
*UNIVERSAL KRIGING***

Tanggung Jawab Yuridis Material Pada

Hanny Saskia Maharani
NIM H1021161043

Disetujui Oleh

Pembimbing 1



Dr. Dwiria Wahyuni, S.Si., M.Sc.
NIP198206082008122001

Pembimbing 2



Radhitya Perdhana, S.Si., M.Sc.
NIP198911142019031011

Disahkan Oleh
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura



Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si
NIP197108022000031001

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PONTIANAK**

TIM PENGUJI

NAMA/NIP	TIM PENGUJI	GOLONGAN / JABATAN	TANDA TANGAN
Dr. Dwiria Wahyuni, S.Si., M.Sc. NIP198206082008122001	Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	IIIb / Asisten Ahli	
Radhitya Perdhana, S.Si., M.Sc. NIP198911142019031011	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)	IIIb/ Pengajar	
Dr. Azrul Azwar, S.Si., M.Si. NIP198107302005011002	Ketua Penguji	IIIc / Lektor	
Zulfian, S.Si., M.Si. NIP198812142020121005	Anggota Penguji	IIIb / Asisten Ahli	

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura Pontianak
Nomor: 1135/UN22.8/1D.06/2023
Tanggal: 29 Maret 2023

Tanggal Lulus: 4 April 2023

Pemetaan Konsentrasi *Particulate Matter* (PM_{2,5}) di Kalimantan Barat dengan Metode *Universal Kriging*

Abstrak

Partikel yang timbul dari kebakaran hutan di Kalimantan Barat, seperti *particulate matter* 2,5, dapat berdampak buruk bagi kesehatan manusia. Oleh karenanya, diperlukan metode untuk mengetahui nilai konsentrasi PM_{2,5} di Kalimantan Barat. Akan tetapi, tidak di semua lokasi di Kalimantan Barat nilai konsentrasi PM_{2,5} ini terdata, sehingga diperlukan prediksi data konsentrasi PM_{2,5} yang belum diketahui menggunakan metode *universal kriging*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pola konsentrasi PM_{2,5} di Kalimantan Barat setiap bulan pada tahun 2009 hingga 2018, menentukan nilai konsentrasi PM_{2,5} menggunakan *universal kriging* terhadap standar mutu udara ambien dan memetakan hasil estimasi PM_{2,5}. Metode *kriging* digunakan untuk menghitung semivariogram eksperimental dan dibandingkan dengan semivariogram teoritis. Dari semivariogram tersebut dapat ditentukan model yang sesuai dengan data PM_{2,5} yang tersampel. Model yang sesuai dengan penelitian ini yaitu *spherical* dengan nilai *root mean square error* (RMSE) sebesar 0,007. Kemudian, peta kontur dengan model *spherical* dibuat menggunakan metode *universal kriging*. Pola konsentrasi PM_{2,5} yang memiliki nilai diatas baku mutu udara ambien yaitu pada bulan Agustus dan September 2009 serta bulan September dan Oktober 2015. Jika konsentrasi PM_{2,5} dirata-ratakan selama 10 tahun pada 2009 hingga 2018, nilai rata-rata konsentrasi adalah dibawah standar baku mutu udara ambien. Sementara itu, peta kontur menunjukkan konsentrasi PM_{2,5} tertinggi terdapat di Kabupaten Kayong Utara dan Ketapang sedangkan terendah di Kabupaten Kapuas Hulu.

Kata kunci: *Particulate Matter* 2,5, Universal Kriging, Kalimantan Barat, Kontur.

Mapping Particulate Matter (PM_{2.5}) Concentrations in West Kalimantan with the Universal Kriging Method

Abstract

Particles arising from forest fires in West Kalimantan, such as particulate matter $_{2.5}$, can hurt human health. Therefore, a method is needed to determine the value of PM_{2.5} concentrations in West Kalimantan. However, not all locations in West Kalimantan recorded PM_{2.5} concentrations, so it is necessary to predict unknown PM_{2.5} concentration data using the universal kriging method. This study aims to determine patterns of PM_{2.5} concentrations in West Kalimantan every month from 2009 to 2018, determine PM_{2.5} concentration values using universal kriging against ambient air quality standards, and map the PM_{2.5} estimation results. The kriging method was used to calculate the experimental semivariogram and compared it with the theoretical semivariogram. From the semivariogram, it can be determined which model is by the sampled PM_{2.5} data. The model that fits this research is spherical with a root mean square error (RMSE) value of 0,007. Then, a contour map with a spherical model is created using the universal kriging method. PM_{2.5} concentration patterns that have values above the ambient air quality standard are in August and September 2009 and September and October 2015. If PM_{2.5} concentrations are averaged over 10 years from 2009 to 2018, the average concentration value is below ambient air quality standards. Meanwhile, the contour map shows that the highest concentrations of PM_{2.5} are in Kayong Utara and Ketapang Regencies, while the lowest are in Kapuas Hulu District.

Keywords: *Particulate Matter 2,5, Universal Kriging, West Kalimantan, Contours.*

PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pemetaan Konsentrasi *Particulate Matter* ($PM_{2,5}$) di Kalimantan Barat dengan Metode *Universal Kriging*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) dan mendapatkan gelar Sarjana Sains (S.Si) di Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini penulis ingin berterimakasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan segala dukungan, bantuan, bimbingan dan nasihat yang tiada henti memotivasi penulis agar tetap semangat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Ungkapan terima kasih ini penulis tujuhan kepada:

1. Ibu Okti Dosowati Ningsih dan Bapak Hardiansyah selaku orang tua penulis, yang telah memberikan doa dan kasih sayang tiada henti, semangat serta kesabaran yang luar biasa dan segala hal yang mendukung penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
2. Bapak Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si selaku dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
3. Bapak Dr. Bintoro Siswo Nugroho selaku ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
4. Bapak Dr. Azrul Azwar, M.Si selaku ketua Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
5. Ibu Dr. Dwiria Wahyuni, S.Si., M.Sc selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi dan saran dalam pengerjaan skripsi ini.
6. Bapak Radhitya Perdhana, S.Si., M.Sc selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberi bimbingan dan saran dalam pengerjaan skripsi ini.
7. Bapak Dr. Azrul Azwar, M.Si selaku dosen penguji I yang telah banyak memberi masukan dan saran dalam penelitian ini.

8. Bapak Zulfian, S.Si., M.Si selaku dosen penguji II yang telah banyak memberi masukan dan saran dalam penelitian ini.
9. Ibu Nurhasanah, S.Si., M.Si yang telah memberikan kesempatan penulis untuk mendapatkan pengetahuan mengenai penelitian ini.
10. Seluruh dosen beserta staff Jurusan Fisika yang telah membantu dan membagi ilmu selama penulis menempuh Pendidikan di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
11. Yudi Azhariansyah, adik yang selalu memberikan semangat, menemani dan membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
12. Bapak Mulyono yang memberikan semangat dan mendukung penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
13. Bang Bagus dan teman-teman “Partai Alpitotlicious” yang telah membantu, memberikan saran, doa dan segala hal yang mendukung dalam menyelesaikan penelitian ini.
14. Teman-teman Eigen’16, teman seperjuangan selama kuliah di Program Studi Fisika yang telah banyak memberi saran dan masukan kepada penulis.
15. Dan terakhir, pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penelitian ini telah dibuat dengan sebaik mungkin, namun tentu terdapat kekurangan pada penelitian tersebut. Oleh karena itu penulis berharap diberikan kritik dan saran yang membangun bagi penulis. Akhir kata, penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dikembangkan lebih lanjut dikemudian hari.

Pontianak, Maret 2023
Penulis,

Hanny Saskia Maharani

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pencemaran Udara.....	4
2.2 <i>Particulate Matter</i> 2,5 (PM _{2,5})	4
2.3 Data Spasial.....	5
2.4 Korelasi Spasial.....	7
2.4.1 Correlogram	7
2.4.2 Variogram dan Semivariogram.....	7
2.5 Kriging	10
2.6 Universal Kriging.....	10
2.6.1 <i>Best Linear Unbiased Estimator</i> (BLUE) Universal Kriging.....	11
2.7 Perangkat Lunak Pendukung.....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	13
3.1 Waktu Penelitian	13
3.2 Data Penelitian dan Lokasi Penelitian.....	13
3.3 Prosedur Kerja.....	14
3.4 Analisis Data	15
3.5 Diagram Alir	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17

	Halaman
4.1 Statistika Deskriptif Data Konsentrasi $PM_{2,5}$	17
4.2 Hubungan Konsentrasi $PM_{2,5}$ dengan Kelembaban.....	17
4.3 Pola Konsentrasi $PM_{2,5}$ di Kalimantan Barat	18
4.4 Semivariogram Eksperimental	20
4.5 Semivariogram Teoritis.....	22
4.6 Metode Universal Kriging untuk Memprediksi Konsentrasi $PM_{2,5}$	24
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Simpulan.....	25
5.2 Saran.....	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	28

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Contoh bentuk beberapa model variogram yang digunakan (A) Model <i>Spherical</i> , (B) Model <i>Exponential</i> dan (C) Model <i>Gaussian</i>	9
Gambar 3.1 Titik lokasi tersampel PM _{2,5} di Kalimantan Barat	13
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian.....	16
Gambar 4.1 Hubungan antara konsentrasi PM _{2,5} dengan kelembaban	18
Gambar 4.2 <i>Trend</i> distribusi konsentrasi PM _{2,5} di Kalimantan Barat selama 10 Tahun.....	19
Gambar 4.3 <i>Trend</i> distribusi konsentrasi PM _{2,5} di Kalimantan Barat setiap bulan selama 10 Tahun.....	20
Gambar 4.4 Semivariogram eksperimental.....	21
Gambar 4.5 Semivariogram Teoritis.....	23
Gambar 4.6 Peta kontur konsentrasi PM _{2,5} menggunakan metode <i>universal</i> <i>kriging</i>	24

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kategori ISPU berdasarkan standar <i>National Ambient Air Quality Standards</i> dan badan pengendalian dampak lingkungan (BAPEDAL) selama 24 jam untuk partikulat.....	4
Tabel 2.2 Kategori ISPU untuk dampak terhadap kesehatan masyarakat	5
Tabel 3.1 Data koordinat bujur lintang dari tahun 2009 hingga 2018 beserta rata-rata konsentrasi $PM_{2,5}$	13
Tabel 4.1 Penyajian data konsentrasi $PM_{2,5}$	17
Tabel 4.2 Nilai dari semivariogram eksperimental, data pasangan dan jarak antar data.....	21
Tabel 4.3 Perhitungan Semivariogram Teoritis	22

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1.1 Rata-Rata Konsentrasi $PM_{2,5}$ di Kalimantan Barat beserta Titik Koordinat pada Tahun 2009-2018	28
Lampiran 1.2 Pola Konsentrasi $PM_{2,5}$ dari tahun 2009-2018 beserta baku mutu ambien	30
Lampiran 1.3 Perhitungan Semivariogram Eksperimental	34
Lampiran 1.4 Rata-Rata Nilai Kelembaban di Kalimantan Barat berdasarkan 8 stasiun BMKG pada Tahun 2009-2018.....	36

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Polusi udara berdampak buruk bagi kesehatan manusia. *World Health Organization* atau WHO menyebutkan sebanyak 4,2 juta kematian dini pada tahun 2016 di perkotaan dan pedesaan seluruh dunia diperkirakan adalah akibat polusi udara oleh *particulate matter* (WHO, 2021). *Particulate matter* 2,5 atau PM_{2,5} merupakan material pencemaran udara yang berukuran kurang dari 2,5 mikrometer. Ukuran yang kecil ini dapat menyebabkan penyakit kardiovaskular, pernapasan dan kanker (WHO, 2021). Peraturan Pemerintah RI No. 41 Tahun 1999 yang mengatur tentang Pengendalian Pencemaran Udara menetapkan baku mutu udara konsentrasi PM_{2,5} ambien sebesar 65 µg/m³ untuk rata – rata 24 jam (Kementerian kesehatan, 2011).

Kota Pontianak, salah satu kota di Kalimantan Barat, memiliki Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) yang tinggi setiap tahunnya, dengan indeks pada tahun 2018 memasuki level berbahaya (DLHK Badung, 2018). Namun demikian, pengukuran konsentrasi PM_{2,5} tidak bisa dilakukan semua lokasi di Kalimantan Barat. Oleh karena itu, diperlukan metode untuk mengestimasi nilai konsentrasi PM_{2,5} di lokasi tersebut.

Metode yang dapat digunakan untuk mengetahui data yang tidak terukur atau tidak tersampel yaitu kriging. Kriging ialah metode pengestimasian berdasarkan data yang telah diketahui. Dua metode kriging yaitu *universal* dan *ordinary* telah digunakan untuk mengestimasi konsentrasi karbon monoksida (CO), dengan metode *universal kriging* menunjukkan hasil estimasi *mean squared error* (MSE) yang lebih kecil dibandingkan *ordinary* (Oktaviani, 2015). Metode *universal kriging* juga digunakan untuk mengestimasi PM_{2,5} di Kota Bandung, dengan hasil prediksi konsentrasi PM_{2,5} menunjukkan lokasi yang tinggi berada disebelah barat laut Kota Bandung (Putri *et al.*, 2020). Sementara itu di Jakarta Selatan, pola konsentrasi PM_{2,5} belum melewati nilai ambang batas harian PM_{2,5} tetapi telah melewati nilai rata-rata tahunan (Gusnita dan Cholianawati, 2019).

Dengan demikian, metode *universal kriging* dapat dikatakan mampu mengestimasi konsentrasi $PM_{2,5}$ dan menggambarkan polanya dengan baik.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, penelitian ini akan mengkaji pola konsentrasi $PM_{2,5}$ dan membuat peta sebaran konsentrasi $PM_{2,5}$ di Kalimantan Barat dengan metode *universal kriging* dari tahun 2009 sampai tahun 2018. Periode ini dipilih karena terdapat kebakaran hutan di Kalimantan Barat. Lokasi tersampel yang tersedia untuk wilayah Kalimantan Barat adalah 52 titik yang belum mencukupi ketersediaan informasi udara ambien. Penelitian ini akan mengestimasi konsentrasi $PM_{2,5}$ untuk lokasi yang tidak tersampel.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan permasalahan pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pola konsentrasi $PM_{2,5}$ di Kalimantan Barat setiap bulan pada tahun 2009 hingga 2018?
2. Bagaimana nilai konsentrasi $PM_{2,5}$ menggunakan *universal kriging* terhadap standar mutu udara ambien?
3. Bagaimana pemetaan konsentrasi $PM_{2,5}$ di Kalimantan Barat pada tahun 2009-2018?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Data yang digunakan adalah data sekunder konsentrasi ($PM_{2,5}$)
2. Rentang waktu data yang digunakan selama 10 Tahun yaitu bulan Januari 2009 sampai bulan Desember 2018

1.4 Tujuan

Tujuan pada penelitian ini yaitu:

1. Menentukan pola konsentrasi $PM_{2,5}$ di Kalimantan Barat setiap bulan pada tahun 2009 hingga 2018
2. Menentukan nilai konsentrasi $PM_{2,5}$ menggunakan *universal kriging* terhadap standar mutu udara ambien
3. Memetakan konsentrasi $PM_{2,5}$ di Kalimantan Barat pada tahun 2009-2018

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan informasi tentang tingkat pencemaran udara akibat konsentrasi $PM_{2,5}$ di Kalimantan Barat, sebagai dasar tindakan penanggulangan pencemaran udara.